

# 明るい天体の観測的研究 I

金光研究室

山野 正人

## 1 はじめに

天体観測とは、ただ目標の天体を望遠鏡で覗くだけでなく、天文学研究用のデータを取得するために、望遠鏡の光学系で作られた像を画像化し、形、位置、明るさなどの情報を得ることである。19世紀後半頃までは天体の像を紙面にスケッチすることにより画像化していた。写真技術が進歩するにつれて、天体観測にも写真技術が用いられるようになり、眼視によるスケッチ観測と比較して、はるかに暗い天体を観測できるようになった。写真観測が始まってから約100年後、固体撮像デバイスが天体観測に実験的に使用されるようになった。写真観測よりもさらに暗い天体を精度よくとらえようとする試みであった。その後、固体撮像デバイスのうちの1つであるCCDカメラの性能が急速に進歩し、天体用として、冷却CCDカメラが開発された。冷却CCDカメラで撮像された画像はコンピュータ上でいくつかの画像処理を行うことによってはじめて研究などに利用できる画像となるのだが、20年前のパソコンでは、多階調の画像表示が能力的に足りなかった。しかし、現在ではパソコンの性能もめざましく進歩し、多階調のデータ処理ができるようになった。

このように多くの天文家に愛用されている冷却CCDカメラを使って、眼視でも確認できるような天体を中心に天体画像の取得から画像処理の手順を確立し、フィルターをかけることにより目的の天体から特定の光を取り出す。今回の目的の天体は明るい天体である。

## 2、観測装置・データ処理ソフト

### 望遠鏡 (表1)

望遠鏡	メーカー	口径	焦点距離	視野
カセグレン反射望遠鏡	三鷹光器 GNC-40	400mm	5200mm	25mmの接眼鏡で13.8'

### 観測装置 (表2)

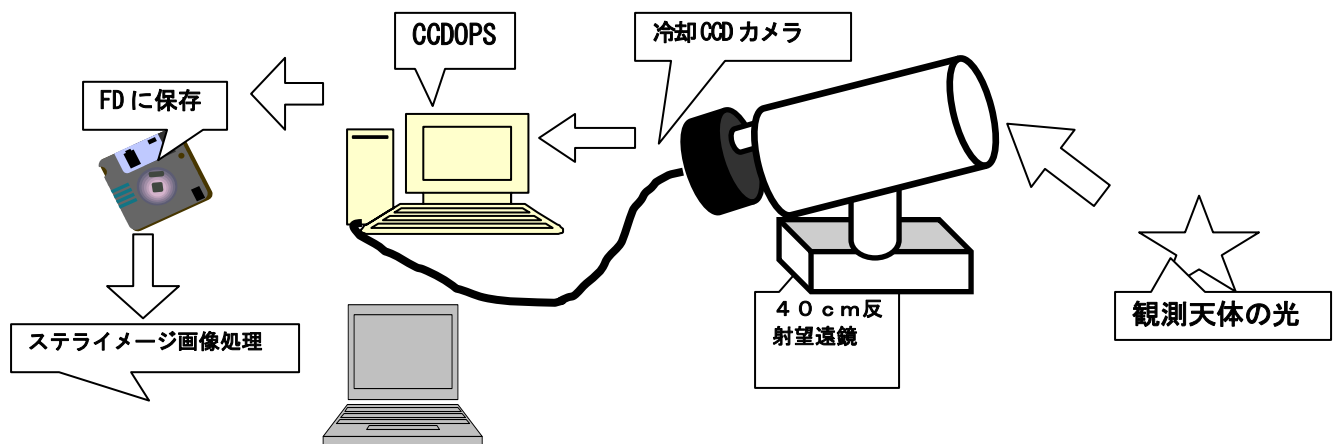
カメラ	メーカー	画素数	AD変換
冷却CCDカメラ	SBIG社 ST-6	375×242 (9万画素)	16ビット

### データ処理ソフト

- ・ CCDOPS (ST-6 専用コントロール・画像処理ソフト)
- ・ ステライメージ ver.6 (AstroArts社)

## 3、データ処理

### 〔観測の流れ〕

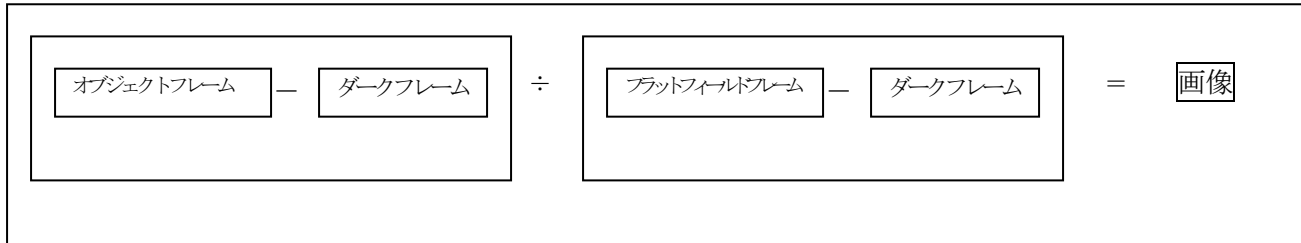


(図1) 観測の流れ

## [本研究における画像処理の方法]

### 1 ダーク・フラット補正

(オブジェクトフレームには、観測天体とノイズ成分を含んでいるため、オブジェクトフレームからダークフレームを引くことでノイズ成分を除去した画像を取得できる。今回はここまでの過程を CCDOPS で自動的に行った。さらに、CCD 各画素の感度ムラを除去するためにフラットフィールド補正を行う。今回は明るいドーム内を撮像した。フラットフィールドのオブジェクトフレームからダークフレームを自動的に引き、ノイズを除去した画像で先ほどの観測天体のノイズを除去した画像を除算する。)



### 2 ホット・クールピクセル除去

(ダーク/フラット補正後に残った輝点・黒点を取り除く。)

### 3 階調

(明るさを調整する。今回はフィルターごとの違いを比較するために、天体ごとに数値を揃えた。)

### 4 3Dグラフ

(階調後の画像の明るさを3Dのグラフで表す。)

## 4、観測天体 (表3) ※主要なものだけを抜粋

観測天体	天体の種類	フィルター	観測日	露出時間 (S)	温度(°C)
M57	星雲	B	2008/10/14	300	-20.1
M57	星雲	R	2008/10/14	300	-20.1
M57	星雲	V	2008/10/14	300	-20.2
木星	惑星	B	2008/10/08	0.5	-20.3
木星	惑星	R	2008/10/08	0.5	-20.2
木星	惑星	V	2008/10/08	0.5	-20.3
M31	銀河	B	2008/11/04	300	-20.2
M31	銀河	R	2008/11/04	300	-20.1
M31	銀河	V	2008/11/04	300	-20.2

星雲とは分子ガスや原子ガス、プラズマなどの星間物質が輝いている天体。散光星雲、暗黒星雲、超新星残骸、惑星状星雲がある。惑星状星雲は、超新星にならずに一生を終える恒星が、赤色巨星となった際に放出したガスとして輝いているものである。質量が太陽の0.5倍以上8倍以下の恒星になるといわれている。主な惑星状星雲はM57 (リング星雲) である。

銀河は、数百億から数千億個の恒星や星間物質が重力的にまとまってできている天体である。小宇宙あるいは島宇宙ともいう。M31はアンドロメダ銀河とも呼ばれ、アンドロメダ座に位置する目視で確認可能な渦巻銀河である。さんかく座銀河、銀河系(天の川銀河)、大マゼラン銀河、小マゼラン銀河などとともに局部銀河群を構成する。

## 5、天体の画像と画像の明るさの3Dグラフ

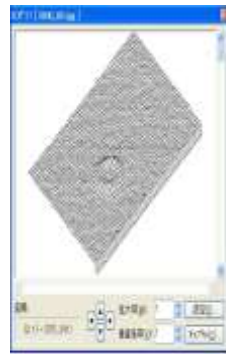
画像の明るさの分布を3Dのグラフで表したもの。

※主要なものだけを抜粋

(M57)



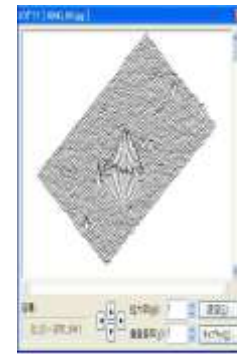
{B}



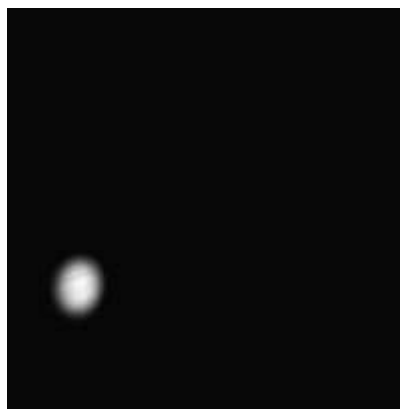
{V}



{R}



(木星)



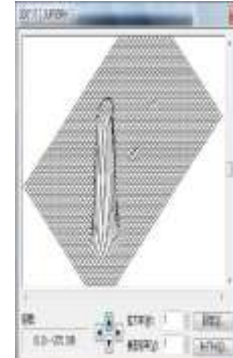
{B}



{V}



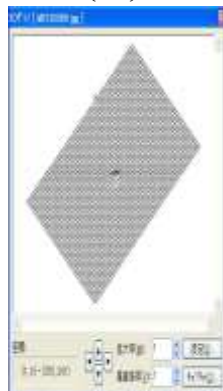
{R}



(M31)



{B}



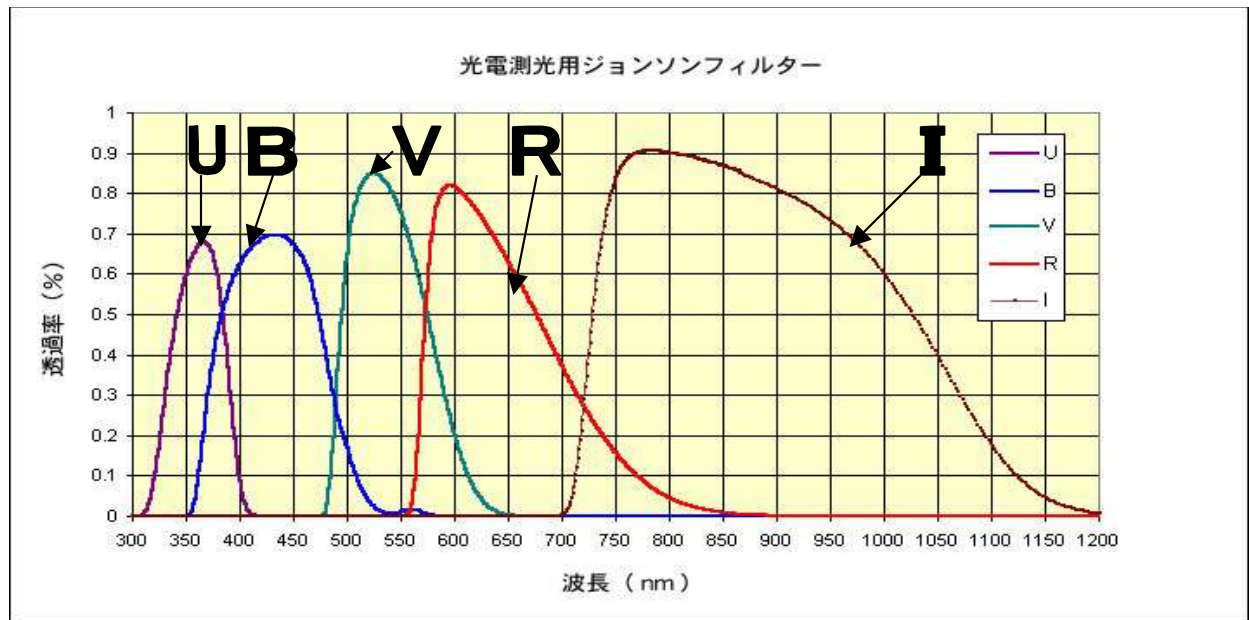
{V}



{R}



(各フィルターによる透過率と波長のグラフ)



## 6、結果

今回、冷却 CCD カメラを使って、様々なフィルターをかけて天体を撮影した。5 の 3 D グラフと透過率のグラフを用いると以下のことがわかる。M57 では、580nm~600nm 周辺の波長の光が最も強く発せられ、その元素は He I である。次いで 520nm~540nm 周辺の波長が強く、その元素は He II である。そして、430nm 周辺の光が最も弱く、その元素は H である。木星は太陽光を反射しているため、基本的には太陽と同様の波長分布のはずだが、木星の大気により一部の太陽光が吸収されるため、5 のようなグラフとなる。M31 は恒星と星間物質の集まりなので両者を合わせた波長分布となるが、銀河内の元素（水素など）が輝線となって表れるため、5 のようなグラフとなる。

## 7、まとめ

フィルター無しの観測では、天体からの光を全波長領域（可視光領域）で合計した明るさを測っていることになる。しかし、今回のように特定のフィルターをかけ、特定の波長領域の光を取り出すことにより、今まで見ていた天体とは違い、その天体がどのような特徴的な光を発しているかを知ることができる。今回は惑星、星雲、銀河を比較し、それぞれ有名な天体一つを取り上げたが、今後それぞれ複数の天体について調査し、またより細かく波長に分解する分光器を使うことにより、より詳しいデータを得ることができ、惑星、星雲、銀河のそれぞれの特徴について理解を深められるだろう。そして、今回の画像は画像の圧縮や天体の情報を変換していないので、そのままの情報が残っているため、今後の研究材料として使えらる。また、今後の課題としては、冷却 CCD カメラが画素数が少ない（9 万画素）のものであり、現在 SBIG 社の冷却 CCD カメラでは 420 万画素のものなどもあり、本学にもこのような機器を導入することで、さらなる発展ができることだろう。また、パソコンとの接続方法がシリアル接続であるため、データの転送速度が遅いことが難点である。現在では USB 接続が主流であるので、新しい機器を取り入れる必要があると考えられる。